

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-349721

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl.

G01B 13/16

G01B 13/10

(21)Application number : 2000-174155

(71)Applicant : TOKYO SEIMITSU CO LTD

(22)Date of filing : 09.06.2000

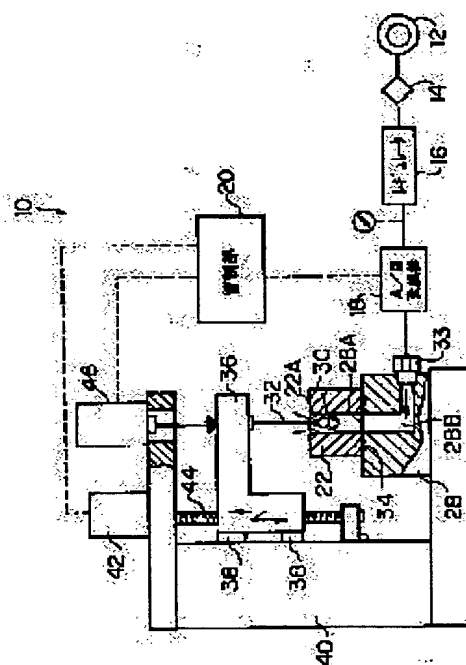
(72)Inventor : SAWAFUJI SUSUMU  
TOMOE MASAHIRO  
NAKAJIMA KAZUO

## (54) SHAPE MEASURING METHOD AND APPARATUS FOR HOLE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a shape measuring method and apparatus for a hole capable of measuring the shapes of various holes.

**SOLUTION:** In the measuring apparatus 10 of the invention, an arm 36 is lowered to insert a measuring ball 30 in a hole 22A of a work 22, and the measuring ball 30 is lowered along the direction of depth of the hole 22A. Back pressure of compressed air is detected in plural portions by an A/E converter 18. The detected values are compared with a reference value of a master by control part 20 and converted to the inside diameter of the hole 22A.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3390970

[Date of registration] 24.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-349721

(P2001-349721A)

(43)公開日 平成13年12月21日(2001.12.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマート(参考)

G O 1 B 13/16

**G O 1 B 13/16**

**2 F 0 6 6**

13/10

13/10

審査請求 有 請求項の数 8 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-174155(P2000-174155)

(22)出願日 平成12年6月9日(2000.6.9)

(71)出願人 000151494

株式会社東京精密

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

(72) 究明者 沢藤 進

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

(72)発明者 友枝 雅洋

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

(74) 代理人 100083116

弁理士 松浦 三

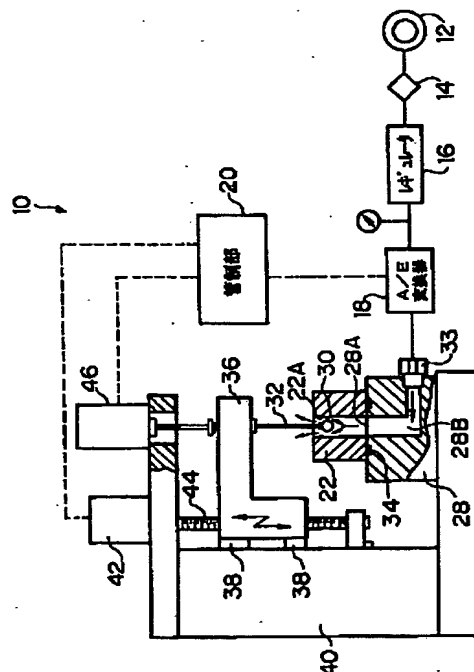
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 穴の形状測定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】様々な穴の形状を測定することのできる穴の形状測定方法及び装置を提供する。

【解決手段】本発明の測定装置 10 は、アーム 36 を下降させることによって測定球 30 をワーク 22 の穴 22 A に挿入し、さらに、該測定球 30 を穴 22 A の奥行き方向に沿って下降させる。そして、圧縮空気の背圧を A/E 変換器 18 で複数箇所検出する。この検出値を管制部 20 でマスターの基準値と比較して穴 22 A の内径に換算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定して前記穴の形状を取得する穴の形状測定方法であって、

流体を供給した穴に浮子を挿入し、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させながら、前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力を複数箇所検出し、該検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算することを特徴とする穴の形状測定方法。

【請求項2】 穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定して前記穴の形状を取得する穴の形状測定装置であって、

前記穴に流体を供給する流体供給手段と、

前記穴に挿入される浮子と、

該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させる移動手段と、

前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力を複数箇所検出する検出手段と、

該検出手段で検出した検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算する換算手段と、

を備えたことを特徴とする穴の形状測定装置。

【請求項3】 穴の中心線を測定して穴の形状を取得する穴の形状測定方法であって、

流体を供給した穴に浮子を挿入し、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させながら前記浮子の位置を複数箇所検出し、該検出値から穴の中心線を求め、該中心線に基づいて穴の形状を取得することを特徴とする穴の形状測定方法。

【請求項4】 穴の中心線を測定して穴の形状を取得する穴の形状測定装置であって、

前記穴に流体を供給する流体供給手段と、

前記穴に挿入される浮子と、

該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させる移動手段と、

前記浮子の位置を複数箇所検出する位置検出手段と、

を備えたことを特徴とする穴の形状測定装置。

【請求項5】 穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定するとともに、前記穴の中心線を測定して、穴の形状を取得する穴の形状測定方法であって、

流体を供給した穴に浮子を挿入し、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させながら、前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力と、前記浮子の位置とを複数箇所検出し、背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力の検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算するとともに、前記浮子の位置の検出値から前記穴の中心線を求め、該穴の中心線と前記穴の内径とに基づいて前記穴の形状を取得することを特徴とする穴の形状測定方法。

【請求項6】 穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定するとともに、前記穴の中心線を測定して、穴の形状を取得する穴の形状測定装置であって、

前記穴に流体を供給する流体供給手段と、

前記穴に挿入される浮子と、

該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させる移動手段と、

前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力を複数箇所検出する検出手段と、

該検出手段で検出した検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算する換算手段と、

前記浮子の位置を複数箇所検出する位置検出手段と、

を備えたことを特徴とする穴の形状測定装置。

【請求項7】 前記位置検出手段は、前記浮子が受ける抗力を3以上の方向に分割して検出することを特徴とする請求項4又は6記載の穴の形状測定装置。

【請求項8】 前記浮子は、弾性体で支持されていることを特徴とする請求項2、4、6又は7記載の穴の形状測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワークに形成された穴の形状を測定する穴の形状測定方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】穴の形状を測定する測定装置の一つとして、空気マイクロメータがある。従来の空気マイクロメータは、測定ヘッドを穴に挿入し、測定ヘッドのノズルから穴の壁面に向けて圧縮空気を噴射し、ノズルの背圧を検出する。ノズルの背圧は、穴内壁とノズルとの間隔に依存するので、予め求めたマスターの基準値と比較することによって、前記検出値を穴の内径寸法に換算することができる。従来の空気マイクロメータは、測定ヘッドを穴に出し入れしながら連続的に内径を測定することにより、穴の形状を求めることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の空気マイクロメータは、屈曲或いは湾曲された穴に測定ヘッドを出し入れできないので、屈曲或いは湾曲された穴の形状を測定できなかった。

【0004】本発明はこのような事情に鑑みて成されたもので、様々な穴の形状を測定できる穴の形状測定方法及び装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は前記目的を達成するために、穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定して前記穴の形状を取得する穴の形状測定方法であって、流体を供給した穴に浮子を挿入し、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させなが

ら、前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力を複数箇所検出し、該検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算することを特徴としている。

【0006】請求項2記載の発明は前記目的を達成するために、穴の内径を穴の奥行き方向に沿って複数箇所測定して前記穴の形状を取得する穴の形状測定装置であって、前記穴に流体を供給する流体供給手段と、前記穴に挿入される浮子と、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させる移動手段と、前記流体が穴内壁と前記浮子との隙間を通過する際の背圧、流量、又は前記浮子が受ける抗力を複数箇所検出する検出手段と、該検出手段で検出した検出値を基準値と比較して前記穴の内径に換算する換算手段と、を備えたことを特徴としている。

【0007】請求項1又は2記載の発明によれば、流体を供給した穴に浮子を挿入して移動させながら、流体の背圧、流量、浮子が受ける抗力を複数箇所検出することにより、穴の内径を穴の奥行き方向に複数箇所測定できる。これにより、一定径でない穴、例えばテーパが形成された穴の形状も測定できる。

【0008】請求項3記載の発明は前記目的を達成するために、穴の中心線を測定して穴の形状を取得する穴の形状測定方法であって、流体を供給した穴に浮子を挿入し、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させながら前記浮子の位置を複数箇所検出し、該検出値から穴の中心線を求め、該中心線に基づいて穴の形状を取得することを特徴としている。

【0009】請求項4記載の本発明は前記目的を達成するために、穴の中心線を測定して穴の形状を取得する穴の形状測定装置であって、前記穴に流体を供給する流体供給手段と、前記穴に挿入される浮子と、該浮子を前記穴の奥行き方向に沿って移動させる移動手段と、前記浮子の位置を複数箇所検出する位置検出手段と、を備えたことを特徴としている。

【0010】請求項3又は4記載の発明によれば、流体を供給した穴に浮子を挿入すると、浮子は自動求心作用を受けて穴の中心に移動するので、浮子の中心位置の軌跡は穴の中心線に一致する。したがって、浮子の位置を複数箇所検出することにより穴の中心線を求めることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って本発明に係る穴の形状測定方法及び装置の実施の形態について説明する。

【0012】図1は、第1の実施の形態の測定装置10の構成を示すブロック図である。測定装置10は、ワーク22の穴22Aの内径を穴22Aの軸方向に複数箇所測定する装置である。

【0013】図1に示すように、空気源12から供給される圧縮空気は、フィルタ14で除塵され、レギュレー

タ16で一定圧力に調整された後、A/E変換器18（空気/電気変換器）内に設置された絞りを通り、コネクタ33を介して測定台28内の送気路28Bに送気される。

【0014】測定台28の上面には、送気路28Bに連通される供給口28Aが形成されるとともに、ワーク22が載置される。ワーク22には、穴22Aが形成されており、この穴22Aが供給口28Aに連通される。供給口28Aの回りには、エア漏れ防止シール（リング）34が配設され、このエア漏れ防止シール34によって測定台28とワーク22との隙間から空気が洩れることが防止される。これにより、前記送気路28Bに供給された圧縮空気は、漏れることなく、供給口28Aから穴22Aに噴射される。

【0015】穴22Aに噴射された圧縮空気は、穴22Aの内壁と測定球（浮子に相当）30との隙間を通過して外部に吹き出される。A/E変換器18は、このときの圧力を、内蔵するペローズと差動変圧器とによって電気信号に変換し、管制部20に出力する。穴22Aの径が異なる場合、圧力が微小変化し、管制部20は、後述するように、変化した電気信号に基づいてワーク22の内径を算出し、算出したデータを例えば管制部20のモニタ上に表示する。

【0016】前記測定球30は、セラミック、樹脂、鋼、軽合金等の材料を用いて、高い加工精度で球状に形成される。図2に示すように、測定球30の直径dは、測定する穴22Aの内径（内径が一定でない場合には最小径）Dと、要求される感度によって設定し、例えば、 $(D-d)$ が10~100 $\mu\text{m}$ 程度になるように設定する。この $(D-d)$ が小さいほど感度が良くなり、穴22Aの内径Dが少し変化しただけでも、A/E変換器18の検出値が大きく変化ようになる。

【0017】また、測定球30は、図1に示すように、弾性体（例えばピアノ線等）から成る支持部材32を介してアーム36に取り付けられる。アーム36は、スライダ38、38を介して架台40に摺動自在に取り付けられるとともに、モータ42の回転軸に連結された送りねじ44が螺合される。これにより、モータ42を駆動すると、送りねじ44が回転し、アーム36が昇降する。

【0018】アーム36の上方には、リニアスケール46が設けられている。リニアスケール46は、アーム36の昇降量を検出し、その検出信号を管制部20に出力する。管制部20は、この検出信号に基づいてモータ42を駆動制御し、アーム36の昇降量、即ち、ワーク22の上下方向の位置を調節する。

【0019】次に上記の如く構成された測定装置10の作用について説明する。

【0020】まず、空気源12から圧縮空気を供給し、測定台28の供給口28Aから穴22Aに圧縮空気を噴

射する。次いで、モータ42を駆動してアーム36を一定速度で下降させ、測定球30を穴22Aに挿入するとともに、挿入した測定球30を穴30に沿って下降させる。そして、圧縮空気が測定球30と穴22Aの内壁との隙間を通過する際の背圧を、所定の間隔ごとに複数箇所（或いは連続して）検出する。前記背圧は、測定球30と穴22Aの内壁との隙間の大きさに依存するので、背圧の検出値を管制部20でマスターの基準値と比較することによって穴22Aの内径に換算できる。これにより、穴22Aの内径を複数箇所測定することができ、穴22Aの形状を求めることができる。ここで、マスターの基準値とは、測定に先立って、測定時と同じ条件でマスターを測定した値であり、測定条件を変える度に行われる。

【0021】測定時における測定球30には、穴22Aの内壁と測定球30との隙間を通り抜ける圧縮空気によって自動求心作用（又は自動調芯作用）が働く。したがって、支持部材32が弾性変形して測定球30が穴22Aの中心に自動的に配置される。これにより、圧縮空気は、ワーク22の回りに略均等に形成された隙間を通り抜けることになり、このときの背圧を検出することによってワーク22の外径を精度良く測定できる。

【0022】このように本実施の形態の測定装置10によれば、測定球30を穴22Aに沿って移動させながら背圧を複数箇所測定するので、穴22Aの内径を穴22Aの奥行き方向に所定の間隔ごとに複数箇所求めることができる。したがって、穴22Aの形状を取得することができ、一定径でない穴22Aの形状も求めることができる。例えば、穴22Aにテーパが形成されていた場合、そのテーパの角度を求めることができる。また、図7に示すように、穴22Aに縮径部や拡張部がある場合であっても、縮径部や拡張部の形状を求めることもできる。さらに、測定装置10は、穴22Aの径が一定であるかどうかの検査を行うこともできる。

【0023】なお、上述した実施の形態は、アーム36を一定速度で下降させたが、一定速度でなくてもよい。その場合には、A/E変換器18で背圧を検出すると同時に、リニアスケール46によって測定球30の位置を検出する。これにより、穴22Aの内径の測定と、その測定位置の記録とを同時に行うことができる。したがって、穴22Aの形状を求めることができる。

【0024】また、上述した実施の形態では、圧縮空気の背圧を検出したが、これに限定するものではなく、圧縮空気が穴22Aの内壁と測定球30との隙間を通過する際の圧縮空気の流量を検出してもよい。この場合も上述した実施の形態と同様に、管制部20が、検出値をマスターの基準値と比較することによって穴22Aの内径を精度良く測定できる。

【0025】さらに、本発明は、圧縮空気の背圧や流量の検出に限定されるものではなく、測定球30が受ける

抗力を圧電ピックアップや歪みゲージで検出し、穴22Aの内径に換算してもよい。

【0026】図3は、第2の実施の形態の測定装置50の構造を示すブロック図であり、図4は、アーム36と支持部材32との連結機構を示す側面図である。これらの図に示す測定装置50は、穴22Aの中心線を測定する装置である。

【0027】測定装置50は、支持部材32の上端に円盤52が取り付けられ、該円盤52が4個の圧電センサ54、54…を介してアーム36に連結されている。支持部材32は、図5に示すように、円盤52の中央に連結され、圧電センサ54、54…は、円盤52の周辺部に所定の間隔で配置される。各圧電センサ54は、測定球30が受ける抗力を4方向に分割して検出し、該検出信号を管制部20に出力する。管制部20は、各圧電センサ54から検出信号を受信すると、各検出値の差から回転モーメントを算出する。そして、この回転モーメントと、前記リニアスケール46で検出したアーム36の昇降量から、測定球30の位置を求める。

【0028】上記の如く構成された測定装置50は、圧縮空気を供給した穴22Aに測定球30を挿入し、該測定球30を穴22Aの奥行き方向に移動させながら、測定球30の位置を所定間隔ごとに複数箇所（或いは連続して）検出する。測定時における測定球30は、前述したように、自動求心作用によって穴22Aの中心に自動的に移動する。したがって、測定球30を穴22Aに沿って下降させると、測定球30の中心の軌跡は、穴22Aの中心線に一致する。例えば、図6に示すように、穴22Aが湾曲して形成されている場合、測定球30は、一点鎖線で示す穴22Aの中心線に沿って移動する。したがって、圧電センサ38、38…の検出値から回転モーメントを算出し、測定球30の中心位置の軌跡を求めることにより、穴22Aの中心線を求めることができる。これにより、穴22Aの曲率等を測定できる。同様に、穴22Aが屈曲している場合には、その屈曲角度を求めることができ、穴22Aが斜めに形成されている場合には、穴22Aの角度を求めることができる。

【0029】このように測定装置50によれば、測定球30を穴22Aに沿って移動させながら圧電センサ54、54…で複数箇所検出することによって、穴22Aの中心位置を複数箇所測定することができ、穴22Aの中心線を求めることができる。

【0030】ところで、測定装置50は、圧電センサ54、54…の検出値を合算することによって測定球30が受ける全抗力を算出できる。したがって、この算出値をマスターの基準値と比較することにより、第1の実施の形態と同様、穴22Aの内径を求めることができる。例えば、図7に示すように、穴22Aに縮径部や拡張部がある場合、穴22Aの内径を複数箇所求めることにより、縮径部や拡張部の形状を求めることもできる。

【0031】さらに、測定装置50は、各圧電センサ54、54…の検出値から測定球30の中心位置と穴22Aの内径とが同時に求まる。したがって、穴22Aが複雑な形状な場合（即ち、穴22Aの中心線が非直線状で、且つ一定径でない場合）であっても、その形状を求めることができる。例えば、図8に示すように穴22Aが形成されていた場合、穴22Aの奥行き方向に測定球30を移動させると、測定球30は一点鎖線で示す穴22Aの中心線に沿って移動する。このときの圧電センサ54、54…の検出値から、測定球30の受ける抗力と

10

回転モーメントを算出することにより、穴22Aの内径と中心位置が求まる。この穴22Aの内径と中心位置とを複数箇所求めることによって、穴22Aの形状を具体的に取得することができる。このように測定装置50は、穴22Aの中心位置と内径とを複数箇所求めることができるので、様々な穴の形状を求めることができる。

【0032】なお、上述した実施の形態は、回転モーメントを求めるために4個の圧電センサ54、54…を設けたが、3個以上の圧電センサ54であればよい。また、圧電センサ54の代わりにロードセルを用いてもよい。

20

【0033】図9は、第3の実施の形態の測定装置62の構造を示すブロック図である。

【0034】同図に示す測定装置62は、支持部材32の上端の円盤52が、3個以上の圧電素子（不図示）を介してX軸Y軸ステージ64に取り付けられ、該X軸Y軸ステージ64がアーム36に取り付けられる。X軸Y軸ステージ64は、円盤52を水平方向にスライド自在に支持するとともに、内蔵するセンサ（不図示）によって円盤52の位置を検出する。

30

【0035】上記の如く構成された測定装置62は、各圧電素子の検出値が等しくなるまで、X軸Y軸ステージ64で円盤52の位置を調節する。これにより、測定球30が受ける抗力が穴22Aの軸方向と一致する。したがって、X軸Y軸ステージ64に内蔵するセンサによって円盤52の位置を検出することにより、測定球30の中心位置が求まる。これにより、穴22Aの中心線を求めることができる。

【0036】なお、上述した第3の実施の形態において、支持部材32を剛体で構成するとともに、該支持部材32をX軸Y軸ステージ64に直接連結してもよい。この場合、測定球30の位置に応じて支持部材32の上端位置が変わるので、X軸Y軸ステージ64に内蔵するセンサによって測定球30の位置を検出できる。

40

【0037】また、図10に示すように、フローティング機構を用いて支持部材32をアーム36に取り付けてもよい。図10に示す支持部材32は、剛体で構成されており、該支持部材32の上端には、円盤52に取り付けられている。円盤52は、静圧流体軸受58によって水平方向にスライド自在に支持される。前記静圧流体軸

50

受58は、図11に示すように、光学式エンコーダや磁気スケール等の位置検出センサ60、60を備えており、該位置検出センサ60によって円盤52の位置、即ち測定球30の水平面上の位置を検出する。この位置検出センサ60で検出した測定球30の水平面上の位置と、リニアスケール46で検出した測定球30の鉛直方向の位置とに基づいて、測定球30の位置が算出される。これにより、測定球30を穴22Aに通過させた際に測定球30の中心位置の軌跡を求めることができ、穴22Aの中心線を求めることができる。

【0038】なお、上述した第1、2、3の実施の形態では、圧縮空気の流れに逆らって測定球30を移動させたが、これに限定するものではなく、圧縮空気の流れる方向に測定球30を移動させながら測定してもよい。

【0039】また、穴22Aの供給する流体は、圧縮空気に限定するものではなく、空気以外の気体や液体を穴22Aに供給してもよい。

【0040】また、穴22Aに供給する流体の温度を制御する温度制御手段を設けてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る穴の形状測定方法及び装置によれば、流体が供給される穴の奥行き方向に沿って浮子を移動し、該浮子の位置と穴の内径を複数箇所検出したので、様々な穴の形状を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る穴の形状測定装置の第1の実施の形態の構造を示すブロック図

【図2】図1に示した穴の形状測定装置の特徴部分を示す側面断面図

【図3】本発明に係る穴の形状測定装置の第2の実施の形態の構造を示すブロック図

【図4】図3に示した穴の形状測定装置の特徴部分を示す側面図

【図5】図4の5-5線に沿う断面図

【図6】図3に示した穴の形状測定装置の作用を示す説明図

【図7】図3に示した穴の形状測定装置の作用を示す説明図

【図8】図3に示した穴の形状測定装置の作用を示す説明図

【図9】本発明に係る穴の形状測定装置の第3の実施の形態の構造を示すブロック図

【図10】図9と異なる測定球の支持構造を示す側面図

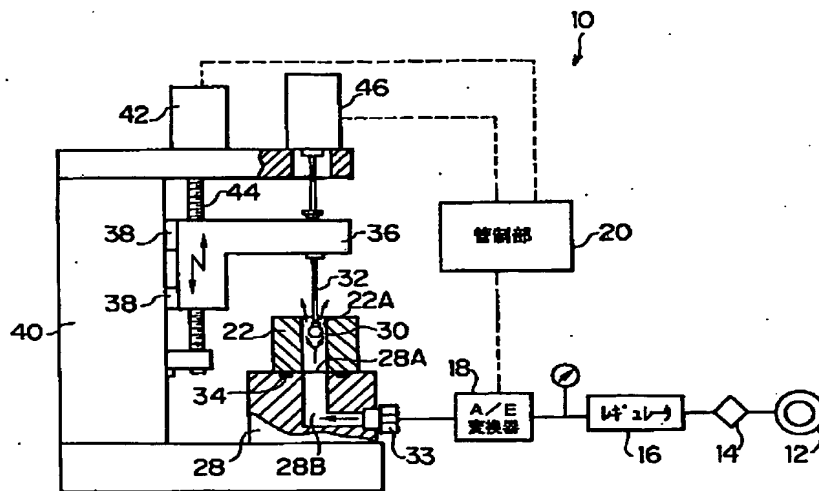
【図11】図10の11-11線に沿う断面図

【符号の説明】

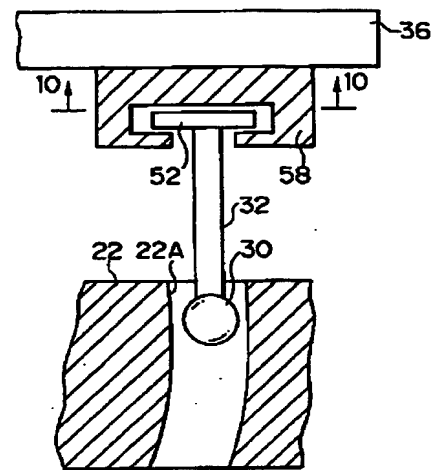
10…測定装置、12…空気源、16…レギュレータ、18…A/E変換器、20…管制部、22…ワーク、22A…穴、28…測定台、28A…供給口、30…測定球、32…支持部材、36…アーム、46…リニアスケ

ール、54…圧電センサ

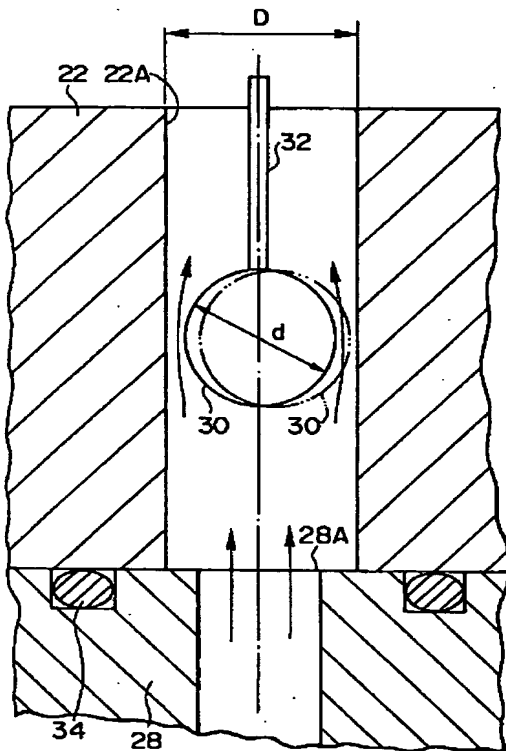
【図1】



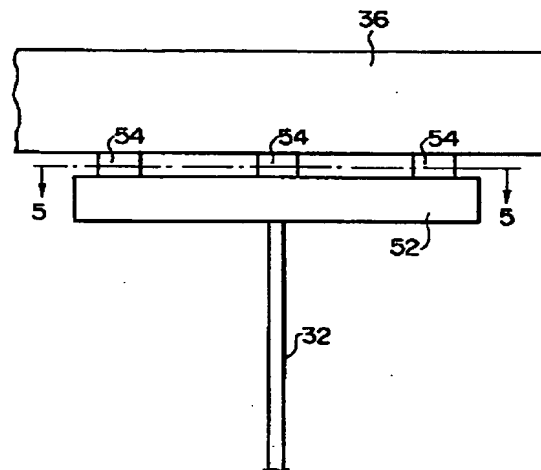
【図10】



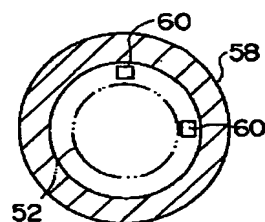
【図2】



【図4】

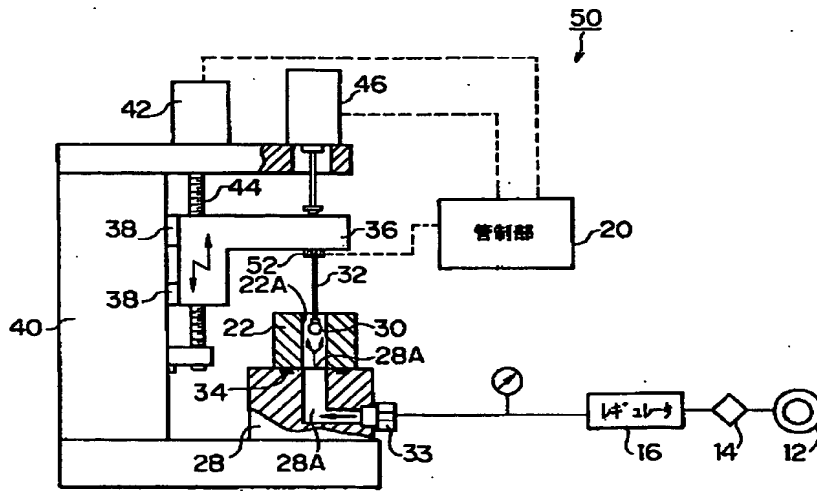


【図11】

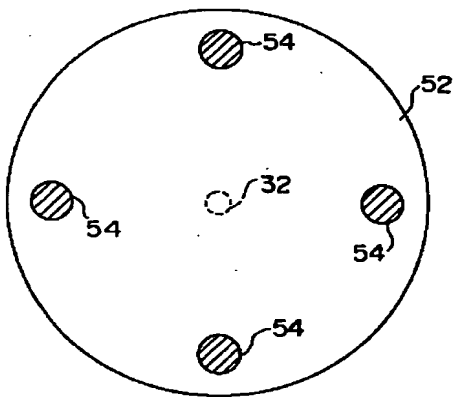




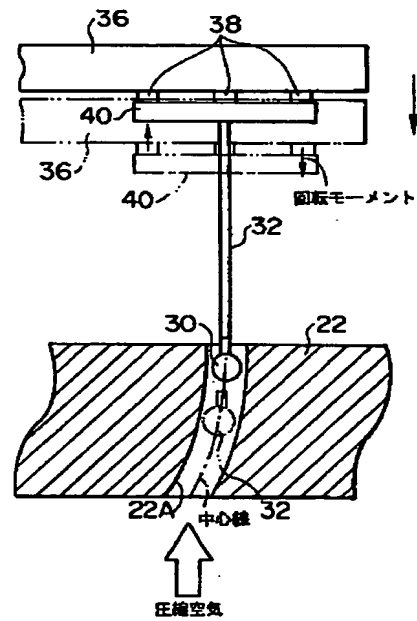
【図3】



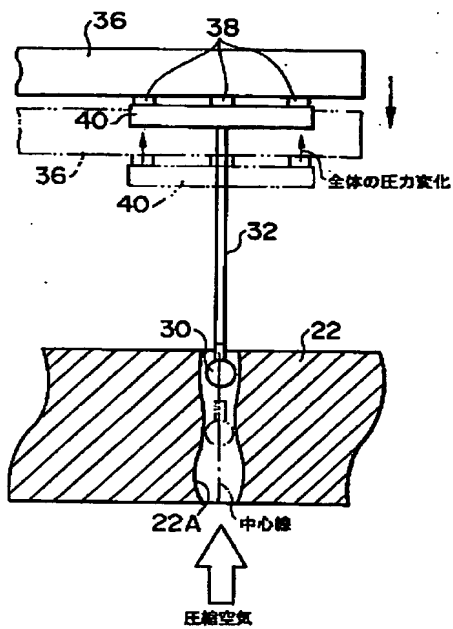
【図5】



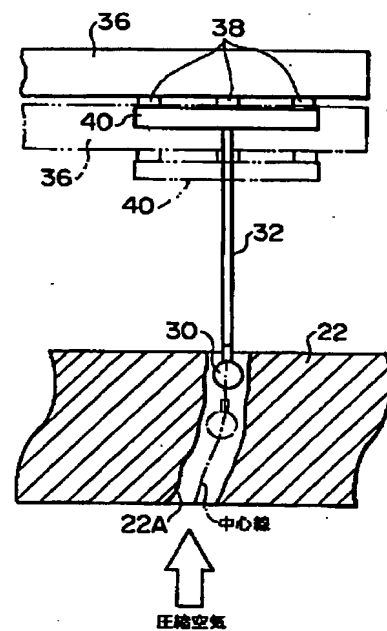
【図6】



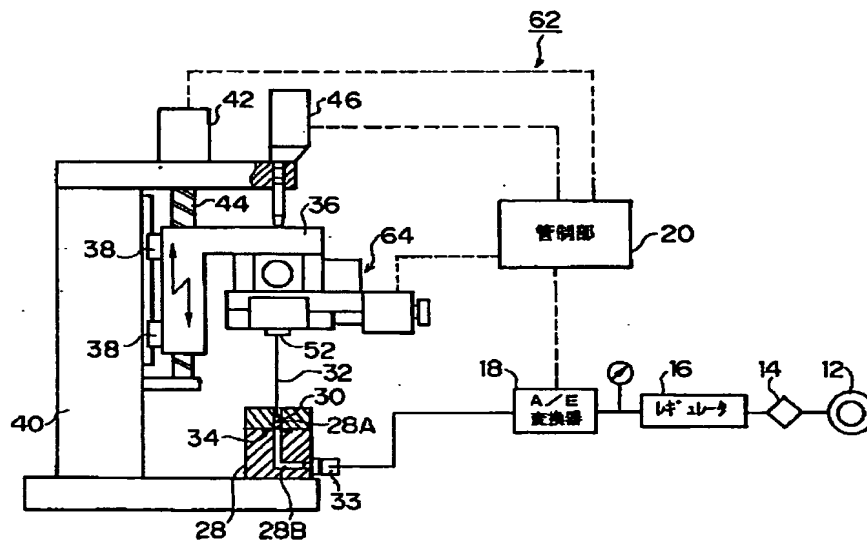
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 中嶋 和雄  
東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

Fターム(参考) 2F066 AA23 AA31 DD11 FF09 HH18  
JJ11 JJ12 MM03